



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013148729/02, 31.10.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
31.10.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 31.10.2013

(45) Опубликовано: 10.02.2015 Бюл. № 4

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: SU 1076485 A1, 28.02.1984. SU 423873
A1, 15.04.1974. SU 585230 A1, 25.12.1977. JP
05-132738 A, 28.05.1993. JP 04-176841 A),
24.06.1992. US 20100221139 A1, 02.09.2010

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,
Учебно-научный центр интеллектуальной
собственности, Т.В. Маркс

(72) Автор(ы):

Потапов Алексей Иванович (RU),
Орлов Григорий Александрович (RU),
Шестакова Елена Николаевна (RU),
Орлов Алексей Григорьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования "Уральский
федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина" (RU),
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт машиноведения
Уральского отделения Российской академии
наук (RU)**(54) СТАЛЬ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОВАННЫХ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области металлургии, а именно к инструментальным сталям, используемым для изготовления кованых прокатных валков для горячей прокатки металла, например, профилей и труб. Сталь содержит компоненты при следующем соотношении, мас. %:

углерод (C) 1,2-1,4, кремний (Si) 0,2-0,5, марганец (Mn) 0,5-0,8, хром (Cr) 1,4-1,7, никель (Ni) 0,6-0,9, молибден (Mo) 0,1-0,3, ванадий (V) и ниобий (Nb),

исходя из выражения: $V+Nb=C/12$, железо остальное. Среднее содержание ванадия в 2-2,5 раза больше, чем содержание ниобия. Изготавливаемые кованые прокатные валки имеют высокую прочность и износостойкость за счет образования оптимального количества карбидов и создания мелкозернистой структуры, что способствует повышению эксплуатационных свойств валков. 1 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 540 241** (13) **C1**

(51) Int. Cl.
C22C 38/48 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2013148729/02, 31.10.2013**

(24) Effective date for property rights:
31.10.2013

Priority:

(22) Date of filing: **31.10.2013**

(45) Date of publication: **10.02.2015** Bull. № 4

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, ul. Mira, 19, UrFU,
Uchebno-nauchnyj tsentr intellektual'noj
sobstvennosti, T.V. Marks**

(72) Inventor(s):

**Potapov Aleksej Ivanovich (RU),
Orlov Grigorij Aleksandrovich (RU),
Shestakova Elena Nikolaevna (RU),
Orlov Aleksej Grigor'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovaniya "Ural'skij
federal'nyj universitet imeni pervogo Prezidenta
Rossii B.N. El'tsina" (RU),
Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
uchrezhdenie nauki Institut mashinovedeniya
Ural'skogo otdeleniya Rossijskoj akademii nauk
(RU)**

(54) **STEEL FOR MANUFACTURE OF FORGED FORMING ROLLS**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: steel contains the following component ratio, wt %: carbon (C) 1.2-1.4, silicone (Si) 0.2-0.5, manganese (Mn) 0.5-0.8, chrome (Cr) 1.4-1.7, nickel (Ni) 0.6-0.9, molybdenum (Mo) 0.1-0.3, vanadium (V) and niobium (Nb) based on the following expression: $V+Nb=C/12$, and iron is the rest. Average content of vanadium is by 2-2.5 times bigger than

content of niobium.

EFFECT: manufactured forged forming rolls have high strength and wear resistance due to formation of optimum quantity of carbides and creation of a fine-grained structure, which contributes to improvement of operating properties of rolls.

1 tbl

Изобретение относится к металлургии, в частности к инструментальным сталям, используемым для изготовления кованных прокатных валков для горячей прокатки металла, например профилей и труб.

Известна сталь 150ХНМ (ГОСТ 10207-70 и ГОСТ 9487-83), используемая в основном для изготовления литых прокатных валков, имеющая химический состав, мас. %:

углерод	1,4...1,6
кремний	0,25...0,5
марганец	0,5...0,8
хром	0,9...1,25
никель	0,8...1,25
молибден	0,1...0,3
железо	остальное

Недостатком этой стали является пониженная пластичность при температурах горячей обработки давлением вследствие высокого содержания углерода, что затрудняет ее ковку. Кроме того, эта сталь вследствие невысокого содержания карбидообразующих элементов (хрома и молибдена) имеет в структуре незначительное количество карбидов, не превышающее 4%, что приводит к интенсивному износу и к выкрашиванию отдельных участков валка, а в итоге к преждевременному выходу его из строя в процессе эксплуатации (пат. РФ 2138577, опубл. 27.09.1999).

Недостатком использования стали 150ХНМ для изготовления валков является также ее сложный и длительный режим термической обработки, состоящий из предварительного тройного отжига и окончательной термической обработки по режиму двойной нормализации с высоким отпуском.

Известна также сталь подобного состава (патент Японии 2-8011, опубл. 22.02.1990) с повышенным содержанием кремния и марганца (до 1,5%), однако это приводит к удорожанию стали, хотя и повышает ее твердость за счет большего содержания карбидов марганца.

В качестве прототипа принята сталь (а.с. СССР 1076485, БИ №8, 1984), содержащая углерод, кремний, марганец, хром, ванадий, ниобий, железо (остальное) в следующих концентрациях, мас. %:

углерод	1,0...1,25
кремний	0,2...0,5
марганец	0,4...0,85
хром	1,4...1,7
ванадий	0,1...0,25
ниобий	0,025...0,05

Достоинством прототипа по сравнению с аналогами является более низкое содержание углерода, что повышает его ковкость, а также наличие в составе ванадия и ниобия, которые способствуют измельчению зерна и повышению пластичности стали в процессе ковки. Повышенное содержание хрома (1,4...1,7%) обуславливает увеличение содержания карбидов в структуре стали и повышение ее износостойкости.

Недостатки прототипа заключаются в том, что он имеет низкую прокаливаемость в процессе термической обработки вследствие отсутствия в составе никеля и молибдена, а также содержание ниобия и ванадия не связано с содержанием углерода, так как ниобий и ванадий являются сильными карбидообразующими элементами и могут вызвать избыточное образование карбидов при термообработке и хрупкость стали.

Техническая задача предлагаемого изобретения - получение кованных прокатных валков высокой прочности и износостойкости за счет образования оптимального

количества карбидов и создания мелкозернистой структуры.

Указанная задача решается тем, что сталь для изготовления кованных прокатных валков, содержащая углерод, кремний, марганец, хром, ванадий, ниобий, железо, дополнительно содержит никель и молибден при следующей концентрации элементов, мас. %:

углерод	1,2...1,4
кремний	0,2...0,5
марганец	0,5...0,8
хром	1,4...1,7
никель	0,6...0,9
молибден	0,1...0,3
железо	остальное

а суммарное среднее содержание ванадия и ниобия определяют по формуле $(V+Nb)=C/12$, где V, Nb и C - соответственно среднее содержание ванадия, ниобия и углерода в %, при этом среднее содержание ванадия в 2-2,5 раза больше, чем ниобия.

Сущность изобретения заключается в том, что установлены рациональные соотношения между содержанием карбидообразующих элементов ванадия и ниобия, сдерживающими рост зерна, и содержанием углерода, который также образует карбиды хрома и молибдена, для получения мелкозернистой и достаточно твердой износостойкой структуры стали и повышения эксплуатационных свойств валков.

Рациональное содержание легирующих элементов определили следующим образом. В лабораторных условиях провели 3 опытных плавки стали с химическим составом согласно таблице. После отливки слитков и вырезки образцов испытали механические свойства стали для оценки ее пригодности к ковке по пластичности, которая оценивалось по относительному удлинению образцов.

Химический состав опытных плавков (%) и механические свойства стали											
№	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Nb	V	σ_B , мПа	δ , %	НВ, мПа
1	1,22	0,47	0,59	1,52	0,76	0,22	0,047	0,098	834	19,4	246
2	1,37	0,35	0,65	1,63	0,83	0,26	0,035	0,080	873	23,0	236
3	1,32	0,35	0,72	1,44	0,72	0,30	0,029	0,052	862	20,1	248

Примечание. В таблице приняты следующие обозначения: σ_B - временное сопротивление; δ - относительное удлинение; НВ - твердость по Бринеллю.

Из таблицы видно, что максимальную пластичность имеет сталь плавки №2 ($\delta=23\%$) с соотношением содержания $C/(V+Nb)=1,377/(0,080+0,035)=11,92\approx 12$. В остальных плавках эти соотношения равны:

Плавка №1: $C/(V+Nb)=1,227/(0,098+0,047)=8,4$.

Плавка №3: $C/(V+Nb)=1,327/(0,052+0,029)=16,3$.

Соотношение содержания $V/Nb=2\ldots 2,5$ выбрано из соображений, во-первых, большей дефицитности и стоимости ниобия (его содержание в земной коре $10^{-4}\%$ против $0,005\%$ содержания ванадия). Во-вторых, ниобий - более тугоплавкий металл (температура его плавления 2460°C), чем ванадий (1919°C), поэтому ниобий образует более твердые и тяжелые карбиды, которые трудно деформируются при ковке, следовательно, их должно быть меньше, чем карбидов ванадия. Также данные таблицы показывают, что во всех случаях соотношение концентраций V/Nb находилось в диапазоне $2\ldots 2,5$, что обеспечивает повышение пластических свойств без потери прочностных свойств и твердости.

В качестве примера определим химический состав предлагаемой стали. По предложенной формуле рассчитаем суммарное содержание ванадия и ниобия для

максимального и минимального содержания углерода (1,2...1,4%):

$$(V+Nb)_{\text{макс}}=C_{\text{макс}}/12=1,4/12=0,12\%;$$

$$(V+Nb)_{\text{мин}}=C_{\text{мин}}/12=1,2/12=0,10\%.$$

Содержание ванадия (V) установим в 2 раза больше, чем ниобия (Nb).

Определим содержание ниобия. По условию содержание ванадия $V=2Nb$, тогда их суммарное содержание $(V+Nb)=3Nb$, и $Nb=(V+Nb)/3$.

Определим максимальное и минимальное содержание ниобия:

$$Nb_{\text{макс}}=0,12/3=0,04; Nb_{\text{мин}}=0,10/3=0,033\%.$$

Содержание ванадия в 2 раза больше:

$$V_{\text{макс}}=0,08; V_{\text{мин}}=0,067\%.$$

Техническим результатом заявляемого изобретения является получение кованных прокатных валков высокой прочности и износостойкости за счет наличия в структуре достаточно высокого содержания карбидов и создания мелкозернистой структуры, что достигается рациональным соотношением легирующих элементов.

Формула изобретения

Сталь для изготовления кованных прокатных валков, содержащая углерод, кремний, марганец, хром, ванадий, ниобий и железо, отличающаяся тем, что она дополнительно содержит никель и молибден при следующем содержании элементов, мас. %:

углерод	1,2-1,4
кремний	0,2-0,5
марганец	0,5-0,8
хром	1,4-1,7
никель	0,6-0,9
молибден	0,1-0,3
железо	остальное

а для ванадия и ниобия определено суммарное среднее содержание по выражению $(V+Nb)=C/12$, где V, Nb и C - соответственно среднее содержание ванадия, ниобия и углерода в мас. %, при этом среднее содержание ванадия в 2-2,5 раза больше, чем ниобия.